JAXA's

［ジャクサス］October 2014
宇宙航空研究開発機構機関誌
No.058

「はやぶさ2」
國中均プロジェクトマネージャに聞く

「新型基幹ロケット」開発スタート

月・火星探査に向けた宇宙飛行士の新・健康管理術

導電性テザーでスペースデブリを除去

航空機設計に不可欠な構造技術研究
「非常に難しいですが、やりがいはあります」

有償による超小型衛星の放出機会提供事業
「ISSからあなたの衛星を軌道へ送り出します」

新連載 星出彰彦宇宙飛行士
「地球で思ふ事」

特集
「はやぶさ2」次なる宇宙大航海へ

JAXA's No.058
宇宙航空研究開発機構機関誌

CONTENTS

表紙画像：小惑星探査機「はやぶさ2」と同プロジェクトマネージャの國中均教授

INTRODUCTION

2020年度の初号機打ち上げを目指して、新型基幹ロケットの開発が始まりました。今後の日本の宇宙活動を担う新型ロケットとはどのようなものか、開発にあたっての抱負や課題などを、プロジェクト関係者に聞きました。

2014年8月31日には、「はやぶさ２」の機体公開が行われました。記者会見で『「はやぶさ２」はわれわれの自信作』と話した國中均プロジェクトマネージャに、打ち上げ目前の思いを語ってもらいました。グラビアページでは迫力ある「はやぶさ２」の機体も紹介していますので併せてご覧ください。

6カ月の長期滞在を終えた若田宇宙飛行士は、滞在中にJAXAの宇宙医学実験「国際宇宙ステーションに長期滞在する宇宙飛行士の骨や筋肉の萎縮へのハイブリッド訓練法の効果（Hybrid Training実験）」を行い、「宇宙から帰還した後、5年前の長期滞在後より疲労感が少なかった」と述べています。「ハイブリッド訓練法」をメインに、月や火星などの宇宙長期滞在で必要になってくる健康管理の方法について紹介します。

JAXA'sでは、
JAXAが取り組む3つの分野での活動を
ご紹介していきます。
1 安心・安全な社会を目指す「安全保障・防災」
2 宇宙技術を通して日本の産業に貢献する「産業振興」
3 宇宙の謎や人類の活動領域の拡大に挑む
「フロンティアへの挑戦」です。

安全保障
防災
産業振興
フロンティア
への挑戦

日本の宇宙輸送システムの持続と衛星打ち上げ市場参入を目指す
「新型基幹ロケット」開発スタート

2020年度の初号機打ち上げを目指して、新型基幹ロケットの開発が始まりました。2020年代の日本の宇宙活動を担う新型基幹ロケットはどのようなロケットになるのか、開発にあたっての抱負や課題などを、JAXAの岡田匡史プリプロジェクトチーム長、エンジン研究開発グループ技術領域の内海政春サブリーダ、三菱重工業の新津真行・主席プロジェクト統括に伺いました。聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

安全保障
防災
産業振興
フロンティア
への挑戦

自律性を確保し、国際競争力を得るために新型基幹ロケットが必要

岡田匡史
OKADA Masashi
宇宙輸送ミッション本部
新型基幹ロケット
プリプロジェクトチーム
チーム長

――新型基幹ロケットはなぜ必要なのですか。

岡田 現在24号機まで打ち上げられているH-IIAロケットは、25年ほど前に開発したH-IIロケットを改良したものです。長い間打ち上げを続けることで、打ち上げ技術に習熟し、信頼性も世界で最高水準になりましたが、一方で、25年前のコンセプトはそろそろ見直しが必要になってきています。具体的には、最近の衛星に対して打ち上げ能力の範囲がず

「新型基幹ロケット」開発スタート

れてきたり、円高の影響などで国際競争力が十分でなくなってきている点です。打ち上げ費用や地上設備の維持経費を抑えることで、宇宙開発利用の発展を促進する必要もあります。これらの課題を克服し、日本が将来にわたって独自に宇宙に行く能力を持つためには、ある時点でロケットを刷新していくことが必要です。それによって、ロケットを開発・運用する技術力が伝承されるとともに、海外の衛星を打ち上げる国際競争力もついて、打ち上げ機会を増やすことができます。新型基幹ロケットによって、このような世界に転じたいと考えています。

——現在、どのような段階にあるのでしょうか。

岡田　2013年末から2014年2月にかけて「ミッション定義」をしました。このロケットの使命（＝ミッション）は何か？　例えば打ち上げ能力などをトップ要求として定義したわけです。7月末には「システム仕様の定義」を終えています。これは、ロケット本体とそれを整備する地上設備、そして飛行中の追跡管制システムなどはどうあるべきか、さらにこれを20年間どうやって運用するのかをまとめたものです。

——どのようなロケットになりますか。

岡田　H－ⅡAやH－ⅡBと同じ2段式で、第1段エンジン、第2段エンジンを新たに開発します。打ち上げる衛星の重さに応じて、固体ロケットブースタの本数を変え、多様な打ち上げ要求にきめ細かに応えられるものにしたいです。

新型基幹ロケット
第1段エンジン
推進剤●液体酸素と液体水素［-253度］
（1秒間にお風呂5杯分の燃料を使う）
最高温度●3,000度
最高圧力●大気圧の200倍
ガスの速さ●音速の4倍
推力●ジャンボジェットエンジン5基分

——開発にあたってはどのような課題がありますか。

岡田　H－ⅡAのおよそ半額ぐらいで打ち上げられるロケットにしようと思っていますが、一方で信頼性は高めたい。この相反するところを技術で解決していかなくてはなりません。

そのためには、日本のさまざまな産業で育まれた優秀な民生品を宇宙で使っていくことも考えたいと思っています。

コンセプトの一例

——第1段エンジンの開発は、かなりの技術的チャレンジになるのではないですか。

岡田　そうですね。第1段エンジンには、H－ⅡAロケットの第2段エンジンで使われている「エキスパンダー・ブリード・サイクル」という日本のお家芸の方式を使う予定です。燃料を気化してポンプを回す方式で、構造がシンプルで運転温度も低く、信頼性が高いのが特徴です。H－ⅡAの第2段エンジンの10倍くらいの推力になりますから、技術的なチャレンジです。このため、私たちはあらかじめLE－Xという技術実証用のエンジンで燃焼器や液体水素ターボポンプの技術データを取得しました。

——プライム・コントラクタ（ロケット開発の実施事業者）である三菱重工さんとはどういう役割の分担になりますか。

岡田　分かりやすくいうと、ミッション要求に基づいてロケットや地上設備などのトータルシステムとしての基本構成や大まかな仕様を決めるのはJAXA。その中で、ロケットの仕様を決め、開発・製造するのは三菱重工さんです。ただし、私たちが「キー技術」と呼んでいるエンジン、固体ロケットブースタ、誘導制御用の慣性センサなど、ロケット特有の重要な技術はJAXAが開発を担当します。

——H－ⅡロケットのTotal開発から25年。JAXA内でのロケット開発の技術継承は大丈夫ですか。

岡田　技術を継承することはとても大切で、このタイミングでロケット開発ができて良かったと思っています。私自身はH－Ⅱロケット開発の後半の時期に、当時のNASDA（宇宙開発事業団）に入り、LE－7エンジンの試験などを担当しました。今回の開発にあたってもH－Ⅱロケット開発の当初から携わった方からいろいろ教えていただきたいと思っています。

——日本にとって、とても大事なロケットになりますね。

岡田　その通りです。日本でどんなに素晴らしい人工衛星や探査機を作り上げても、ロケットがなければ自在に打ち上げることはできませんから。宇宙への確実なアクセスを確保し続けること、それが私たちの使命だと思っています。

新型基幹ロケットはロケット開発の集大成

新津真行
NIITSU Mayuki
三菱重工業株式会社
防衛・宇宙ドメイン 宇宙事業部
宇宙システム技術部
主席プロジェクト統括
（新型基幹ロケット）

新型基幹ロケットは、日本が国として宇宙への自律的なアクセスを確保するという点で、非常に大事なロケットになります。私たちはこの新型基幹ロケットを、これまでのロケット開発の集大成と考えています。25年前のH－Ⅱロケットの開発を経験した世代から引き継いできた知見、、それから新しい考え方、両方を取り込んで、世界に負けないロケットを実現したい。

新型基幹ロケットではコストをこれまでの半分程度に抑えながら、一方では信頼性は向上させなければなりません。また、要求された能力のロケットを決められた期日までに完成しなければならないなど、課題はいろいろあります。これをどう解決していくか、今、社内で活発に議論をしています。海外のロケットの状況とか最近の技術動向などを勉強していますし、いろいろな経験を持つ人の話も聞いています。ただ、今までの話だけでは新しいものは出てこないので、若い技術者の考えも取り入れ、社内全体で議論しながら、検討を進めていきます。

私自身は入社してすぐH－Ⅱロケット開発の後半期に参加し、またH－ⅡAロケットの改良開発、H－ⅡBロケットの開発にも関わりました。私は、ロケットの打ち上げというのは、オリンピックの100m競走と同じように考えています。打ち上げはわずか十数分で勝負がつくわけですが、そのためには開発に何年もかかる。製造段階でも1年も2年もかかる。それだけの時間をかけて、まさに一発で勝負が決まるところにロケット開発の醍醐味があり、また責任とプレッシャーもあるといえます。

私たちはプライム・コントラクタとしてロケットを開発し、それが終わった後は、このロケットを使って打ち上げサービス事業を行うことになります。新型基幹ロケットは、ユーザーの多様な衛星打ち上げ要求に対応できる能力を持ったロケットになります。2020年代の世界の衛星打ち上げ市場を正確に予測することは難しいですが、どのような状況になっても事業を成功させるよう努力し、日本の宇宙産業の拡大にも貢献していきたいと思います。

世界に誇れる日本の象徴となるロケットが完成するよう頑張りたい

内海政春
UCHIUMI Masaharu
宇宙輸送ミッション本部
エンジン研究開発グループ
技術領域サブリーダ

角田宇宙センターの研究開発チームのメンバー（中央が内海氏）

私自身にとって、ロケットエンジンの新規開発は、現在H－ⅡA、H－ⅡBに使われているLE－7Aエンジンに次いで二度目となります。約20年ぶりの開発ということで、新たなコンセプトや新技術を織り交ぜて、世界に誇れる日本の象徴となるロケットが完成するよう頑張りたいと思います。

ロケットエンジンの開発で一番難しいのは、ターボポンプと呼ばれる部分です。ターボポンプは超高速で回転し、推進剤を燃焼室に送り込みます。人間でいえば心臓にあたります。過去のエンジン開発において何度もトラブルを経験しました。

ターボポンプが超高速で回転すると、周囲の流体に影響を与え、これがターボポンプの軸に振動を起こしてしまいます。今回の開発においても、この振動を抑えることが非常に重要になってきます。

JAXAの角田宇宙センターでは2年前に、流体が軸にどのような振動を与えるかを調べるためのJARTS（JAXA Rotordynamics test stand）という装置が完成しました。磁気の力で回転軸を浮上させ、接触がない状態で軸を回転させることができます。この方法により、流体が振動に及ぼす影響を精度高く調べることができるようになり、振動を起こしにくい超高速回転のターボポンプの技術が飛躍的に高まりました。

JARTSで得た成果と、品質工学をはじめとした最適化手法によって、設計段階から高速回転の安定度を予測・評価できるようになりました。この功績がターボ機械協会から技術賞受賞として評価されたのはうれしい限りです。今後はこの技術を発展させ、多くの機器に適用できるようにしていきたいと思います。洗濯機、扇風機などから、航空機用ジェットエンジンや各種発電所などの大型機器に至るまで、回転速度が大きくなっても安定して静かに回転させる技術が要求されます。JARTSで得た技術は、汎用の回転機械にも応用できると自信を持っています。

JARTS

一般社団法人ターボ機械協会から、最適化ターボポンプの技術が評価され、ターボ機械協会賞（技術賞）を受賞

2024年までISS継続運用へ

これからの長期滞在、月・火星探査に向けた宇宙飛行士の新・健康管理術

宇宙に長期間滞在すると、骨や筋肉が衰えてきます。これを防ぐために、国際宇宙ステーションに長期滞在する宇宙飛行士は、毎日の運動が必要です。若田光一宇宙飛行士が長期滞在中には、電気刺激を用いた小型で運動効率の良い「ハイブリッドトレーニング」装置の実験が行われました。この実験の成果と今後の可能性について、船内利用ミッショングループの白川正輝・主幹開発員と宇宙医学生物学研究室の大島　博・主幹研究員に伺いました。聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

画像:NASA

簡単で効率の良いトレーニングを実現する新しい装置

——どのような装置ですか。

白川　この実験は、久留米大学医学部の志波直人教授の提案によるもので、「自分で行う筋肉運動」と「電気刺激による筋肉の収縮」を一緒に行い、効率良く運動することを目指しています。志波先生はすでに、地上で、術後のリハビリなどでの実験を行い、筋力を回復させる結果を得ています。今回開発した装置は、電気刺激を発生させる「ハイブリッドトレーニング用電気刺激装置」と、宇宙飛行士の腕に巻く「ハイブリッドトレーニング用上肢サポータ」からなっています。

——宇宙飛行士は、このサポータを腕に巻くわけですね。

白川　宇宙飛行士はサポータを自分で腕に巻きますが、サポータの内側にある電極がちょうど筋肉の真上に来るようにするのが大事なので、S、M、Lのサイズを用意しました。また、両腕一緒に運動できますが、今回は片方の腕にだけ巻いて、左右の比較実験を行いました。サポータのコードを電気刺激装置に接続し、スイッチを入れると、電気刺激が得られます。

——この装置を使ったトレーニングの原理を説明してください。

白川　宇宙では重力がないのでおもりを持ち上げる運動は効果がありません。この装置では、おもりによる負荷の代わりに電気刺激を用います。例えば、ひじを曲げる運動を行う場合、ひじを曲げるために使う筋肉の反対側の筋肉（ひじを伸ばそうとする筋肉）に電気刺激を与えます。すると、ひじを曲げる運動に負荷がかかります。ひじを伸ばそうとする運動の場合は、まったく逆になります。このようにして、ひじを曲げたり伸ばしたりする運動に適度な負荷がかかり、効果的な運動を行うことができます。

白川正輝
SHIRAKAWA Masaki
有人宇宙ミッション本部
宇宙環境利用センター
船内利用ミッショングループ
技術領域リーダ　主幹開発員

ハイブリッドトレーニング用電気刺激装置

——どのくらいの量を行うのですか。

白川　1回のトレーニングは、2秒ごとの腕の屈伸運動を10回1セットとして行い、これを1分間の休憩を入れながら10セット行います。このトレーニングを週3回、4週間にわたって合計12回行いました。

——効果は確認できましたか。

白川　現在分析中です。装置自体が問題なく動くことは確認できました。

——宇宙飛行士に過度な電流が流れたりすることはないですか。

白川　安全には十分配慮して、一定以上の電流が流れることはないようにしています。

——腕だけでなく、足でも使えますか。

白川　足用のサポータを用意すれば可能です。

——今後の実験の予定はありますか。

白川　装置はすでにISS上にあるので、機会があれば実験をしたいですね。ゆくゆくは、宇宙飛行士の健康管理などにも本格的に利用できればと思っています。この装置は電気刺激装置がコンパクトで、電源にはビデオカメラのバッテリーを使っているので、身体につけておくことができます。今後、国際宇宙ステーション（ISS）で使われているトレッドミルによる有酸素運動と一緒に使ってみるようなことも考えられます。また、筋力トレーニング用の改良型抵抗運動機器（ARED）が故障した時のバックアップとしても使えるかもしれません。

画像:NASA/JAXA
ハイブリッドトレーニングを行う若田宇宙飛行士

月や火星へ行く時代のトレーニング法を目指す

——なぜこのような実験が必要なのでしょうか。

大島　現在、ISSで、宇宙飛行士はトレッドミル、ARED、それから自転車エルゴメーターの3つで運動しています。しかし、将来の月や火星を目的地とした国際宇宙探査を考えた場合、こうした大型の装置をそのまま使えるとは思えません。もっと小型で、メンテナンスも容易な装置を開発する必要があります。そのような可能性の1つとして、このハイブリッドトレーニングを考えています。また、現在のISS長期滞在は6カ月ですが、月や火星へ行くとなると、何年ものミッションとなります。その時、ISS長期滞在と同じように毎日2時間運動を続けるには、相当の頑張りが必要です。そこで、少し発想を変えて、頑張って運動する時は運動するが、途中では少し休養をとったり、種類の異なる運動もさせてはどうか。そのような際のトレーニング法の1つとなる可能性もあると思っています。

——地上での整形外科やリハビリなどのノウハウが宇宙で役に立つわけですね。

大島　そうですね。この実験を提案された志波先生はリハビリを専門とされる整形外科の先生で、患者さんに無理のない範囲で筋肉への軽い負荷刺激を加え、効果を上げるということを試みています。今回のハイブリッドトレーニング法についても、実際手術後のリハビリで効果が出た例を報告しています。

——電気刺激を与えて筋肉トレーニングをする方法は、これまでISSではテストされていなかったのですか。

大島　ロシアでは前から注目しており、ISSのモジュールには、そうした装置があります。宇宙飛行士の皆が使っている状況ではないようですが、今後はロシアと協力して研究を進めていくことも考えています。

——JAXAとしては、他の方法も試してみたいですか。

大島　そうですね。他にもいろいろ良い方法があると思います。産学連携でイノベーションを推進しながら、宇宙飛行士にも役立つし、同時に地上でも役立つものを目指していきたいと思います。

——日本人宇宙飛行士のISS長期滞在経験もずいぶん蓄積されてきました。JAXAにとって、宇宙飛行士の健康管理は新しい段階に来ているのではないでしょうか。

大島　今までは経験がなかったので、NASAから方法を教えてもらいました。しかし、現在では、私たちも宇宙飛行士の健康に関するデータと経験を蓄積していますし、ISS上で日本独自の実験もできるようになりました。日本人宇宙飛行士の健康管理に自分たちで責任を持ちながら、少しずつ自分たちの色を出す、そういう自立の時代になりつつあると考えています。

大島　博
OHSHIMA Hiroshi
有人宇宙ミッション本部 宇宙飛行士運用技術部
宇宙医学生物学研究室 研究領域総括
主幹研究員　医学博士

画像:NASA/JAXA

画像:NASA/JAXA
画像:NASA
これまで軌道上で使用されたトレーニング用装置。上:制振装置付きトレッドミル2　左下:自転車エルゴメーター　右下:改良型抵抗運動機器（ARED）

画像:NASA

「はやぶさ2」いよいよ新たな宇宙大航海へ出帆！
國中均プロジェクトマネージャに聞く

2014年度冬にH-ⅡAロケットでの打ち上げを目指して準備中だった「はやぶさ2」の機体が、去る8月31日に公開された。準備でひと区切りつけた國中均プロジェクトマネージャにあらためて聞いた。

聞き手：『JAXA's』編集顧問・ノンフィクション作家　山根一眞

フロンティアへの挑戦
安全保障 防災
産業振興

小惑星の表面にクレーターをつくるための衝突装置（インパクタ）を放出した「はやぶさ2」の想像イラスト。クレーターができた後、着地してクレーター内の新鮮なサンプルを採取する。イラスト：池下章裕

「はやぶさ2」は我々の自信作

——相模原キャンパスに100人以上の報道陣が集まったのには驚きました。

國中　僕も会見場に入ってびっくり、こんなにたくさんの方が集まるとは。

——「はやぶさ」の国民的関心の高さが「はやぶさ2」に確実に引き継がれていることを実感しました。機体を公開したのは準備がほぼ終わったから？

國中　そうです。まだ細かな調整はありますが、2014年8月31日に機体を公開すると決めていたので、予定通りです。

——記者会見では『「はやぶさ2」』は我々の自信作」とおっしゃっていましたが、完成までは順調でしたか？

國中　いやいや、大変なことの連続で、何が大変だったのか思い出せないくらいですよ。

——「はやぶさ」と違う苦労はどんな点？

國中　「はやぶさ2」の基本設計は「はやぶさ」と同じです。しかし、JAXAの前身である宇宙科学研究所が、11年前に打ち上げた「はやぶさ」のものつくりは「ほんわか」したものだったようで、問題点があると現場の判断で設計をどんどん変更して臨機応変に高性能な装置を作っていたんですね。今回、現存する図面に従って「はやぶさ」と同じものを作ったところ、性能が出ない。「そんなバカな!?」と喧々諤々の議論の末に、残してあったエンジニアリングモデルを分解したところ、「図面とは違う作り方をしている!」とわかり、作り直したことも。最終形態が図面に反映されていなかった。しかし今回は一転、厳密な「コンフィギュレーション管理」という厳しいルールのもとでものつくりを。

——どういうもの？

國中　わずかな設計変更でも徹底して図面に反映させ、バージョンの変更管理を厳密に行うというシステムです。JAXAやメーカーがOKを出さないと先に進めないため、図面の描き直しだけでも大変な時間と手続きが必要でした。

——「ほんわか」から「きちきち」の「ものつくり」。プロジェクトマネージャとしては大変だ。どうりで、宇宙研の廊下ですれ違う國中さん、ほとんどゾンビ状態で声をかけられませんでしたよ（笑い）。

國中　この2年間、1週間として心やすらぐ暇はなく、家に帰っても「人相が悪くなった」と（笑い）。

——しかし「ほんわか」の「はやぶさ」が「イトカワ」からのサンプルリターンに成功したことで、「はやぶさ2」への期待はより大きくなりましたね。

國中　「はやぶさ」は工学実証機ゆえ、「工学」として必死に取り組んでいた面が大きかった。しかし、「はやぶさ2」はより開かれたかたちで「科学」目的を十分に満たすべきだという、サイエンスコミュニティ（惑星科学者たち）との、それはそれは激しい議論が続きました。

「MASCOT」搭載も、科学的な成果への期待ゆえ

——「はやぶさ2」が多くの観測機器を抱え、かつ風化していない新鮮なサンプルを得るために、小惑星「1999 JU3」の表面にクレーターを作る爆破装置（インパクタ）まで装備したのには驚きました。2005～2006年ころの計画書にはなかった装置ですから。

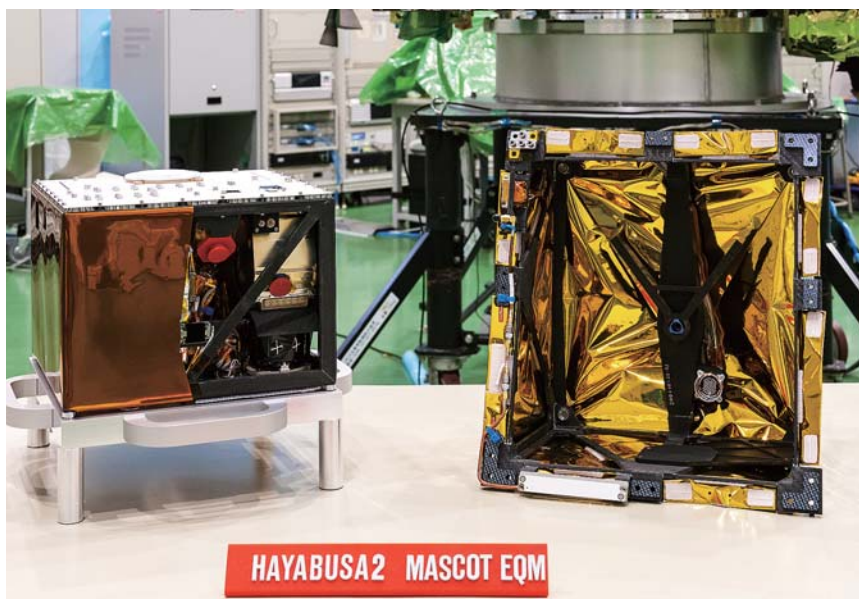
國中　ドイツ航空宇宙センター（DLR）の小型着陸機「MASCOT」を「はやぶさ2」に搭載することになったのも、科学的な成果への期待ゆえです。これにはフランス国立宇宙研究センター（CNES）の近赤外撮像分光顕微鏡（MicroOmega）も搭載。小惑星に着地後、1ミリの40分の1という微粒子の分析もします。「MASCOT」は欧州が進めている太陽系探査のロードマップの一要素ですが、そのパートナーとして「はやぶさ2」を選んだのは日本への信頼感ゆえですね。

——「1999 JU3」につける名称は決まりましたか？

國中　それがねぇー、ホントに困っているんです、「イトカワ」の名があまりにも偉大すぎて。

——「カワグチ」ではダメか（笑い）。「はやぶさ2」を宇宙大航海へと送り出す思いをあらためて聞かせてください。

國中　エジプト、ギリシャ、ヨーロッパと文明を発展させてきた人類は、さらにアメリカという新天地へと進出しました。人類は生活空間を広げていくことで生き延びてきた。これは人類の「性（さが）」です。そのために必要だったものの第1は造船や航海術などの技術革新、第2が生活空間拡大の理由です。キリスト教の布教や領土の確保、香辛料や黄金などの富を得るなどがそれにあたる。そして第3にその目的を実現するための資金。それらの条件が揃って初めて未踏の世界へと進出できた。われわれが取り組んでいる宇宙大航海も同じ。まずは宇宙技術、次いで生命の起源を知る、小惑星で資源を得る、火星に移住するなどの理由がある。そして、当然ながら資金。日本は今、世界と共同で新たな大航海時代を拓こうとしていますが、その技術革新を「はやぶさ」「はやぶさ2」が担っているのだと受けとめています。

——「はやぶさ2」が2020年冬、ご家族に「人相が良くなった」と言われることを祈りつつ（笑い）、これからの7年間を見守りたいと思います。

「はやぶさ2」に搭載される独仏による小型着陸機「MASCOT」開発試験用モデル

國中 均
KUNINAKA Hitoshi
月・惑星探査プログラムグループ
はやぶさ2プロジェクトマネージャ
宇宙科学研究所
宇宙飛翔工学研究系 教授

1960年愛知県生まれ。京都大学工学部航空工学科卒、東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。1988年に宇宙科学研究所に着任後、電気推進（イオンエンジン）の研究に携わり「はやぶさ」のイオンエンジンの開発を担当。「はやぶさ」帰還時には豪州現地で指揮をとった。2012年「はやぶさ2」のプロジェクトマネージャに就任。

国際協力

追跡・管制はNASAの深宇宙通信網（DSN）が協力。「はやぶさ2」にはドイツ航空宇宙センター（DLR）とフランス国立宇宙研究センター（CNES）による小型着陸機（「MASCOT」、約10kg）を搭載。豪州はカプセルの着陸場所を提供（有償）。

コンフィギュレーション管理

「設計、製作、試験及び運用の全ライフサイクルでシステム又は構成品目の機能的及び物理的特性を識別し、常に最新状態を維持、記録、提供する技術的及び管理的プロセス」（『コンフィギュレーション管理標準』JAXA・2004年4月1日制定）

次なる宇宙大航海へ挑む「はやぶさ2」

はやぶさ2

基本設計は「はやぶさ」と同じ小惑星探査機。サイズは1×1.6×1.25m、質量約600kg。イオンエンジンは長寿命化、推力を25%向上、通信はX帯（8GHz）にKa帯（32GHz）を追加。姿勢安定装置リアクションホイールも3台から4台に増設。化学推進系はトラブル回避を工夫。「はやぶさ」では「イトカワ」に着地できなかった小型探査機「ミネルバ」は「ミネルバ2」として3機を搭載。タッチダウンの目標とするターゲットマーカは5個を装備。光学航法カメラ、レーザ高度計、分離カメラなどミッション機器が運用を支える。再突入カプセルは信頼性が向上し「はやぶさ」ではなかった飛行環境計測装置も搭載した。

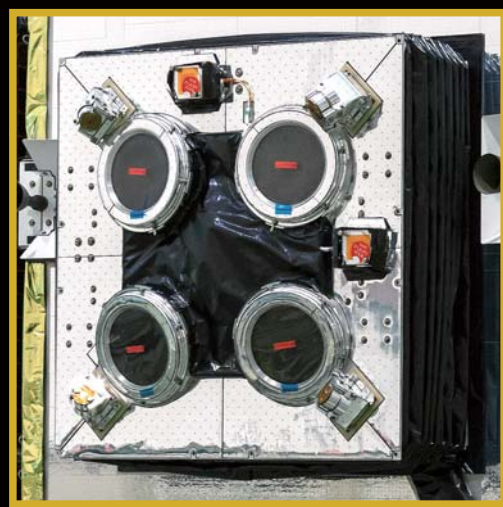
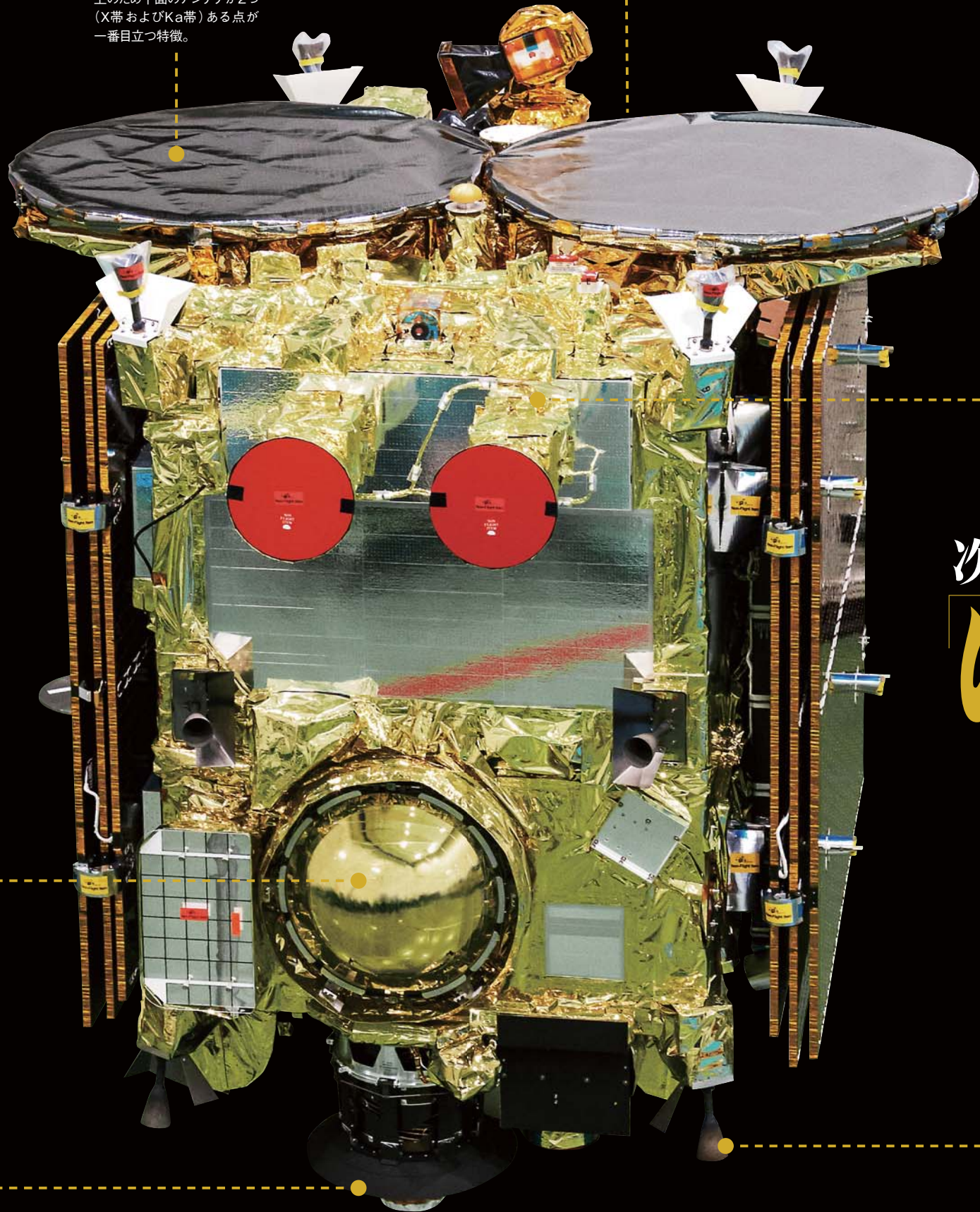
ミッション予定

2014年度冬にH-IIAロケットで打ち上げ後、太陽を1周し2015年11～12月に地球近傍をかすめるスイングバイを実施。その後太陽を2周し2018年6～7月に「1999 JU3」に到着。約18カ月間、小惑星とともに太陽を約2周するランデブー。サンプル採取は3回実施。「滞在」が長いため数多くの科学探査を行う。2019年11～12月に小惑星を出発、太陽を1周した後2020年11～12月に地球帰還。全行程は6年、約52億km。分離カプセルは「はやぶさ」と同じ豪州のウーメラ砂漠に着地するが、探査機本体はさらに宇宙探査を継続。

科学目的

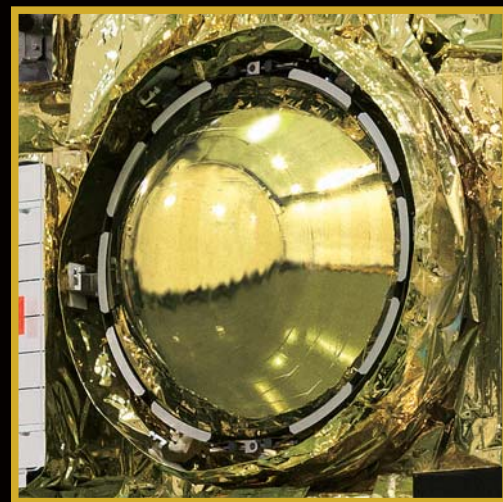
ターゲットは地球近傍小惑星「1999 JU3」。直径約1kmの球形と推定され、自転周期は約7時間半、公転周期は約474日。有機物や水を含む物質があるとされるC型小惑星で、そのサンプルリターンにより太陽系の誕生と進化、生命の起源を探る。衝突装置（インパクタ）により小惑星の地表にクレーターをつくり宇宙風化を受けていない内部物質を得る大胆な試みも行う。近赤外線分光計、中間赤外カメラによる観測も実施。

ハイゲインアンテナ

「はやぶさ2」の外観は「はやぶさ」と似ているが、通信能力向上のため平面のアンテナが2つ（X帯およびKa帯）ある点が一番目立つ特徴。

イオンエンジン

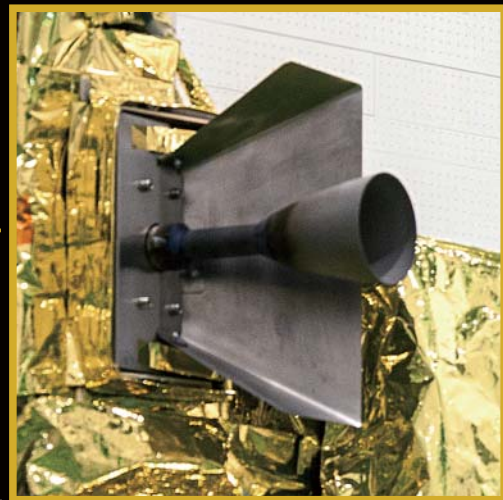
「はやぶさ」同様４基のイオンエンジンを搭載。長寿命化、高推力化が図られている。

スタートラッカ

「はやぶさ2」の姿勢を高い精度で計測するために、星を撮影する。赤いのは保護カバーで、実際の飛行では取り外される。

再突入カプセル

採取した小惑星サンプルを地球に持ち帰る。大気圏再突入の際の温度などのデータを得る装置も組み込んだ。

サンプラー

サンプルの採取は「はやぶさ」と同じ方法で行う。サンプラホーンを伸ばし、先端が小惑星表面に接触した瞬間に小さな弾丸を発射してサンプルを採取する。「はやぶさ」より多い3回実施。

スラスタ

姿勢制御などに用いる化学推進のスラスタは全部で12基。「はやぶさ」でのトラブルを教訓に高信頼性をはかっている。

「はやぶさ2」応援キャンペーン公式サイト
http://hayabusa2020.jp/

H A Y A B U S A 2

日本が得意な技術で勝負

導電性テザーでスペースデブリを除去

安全保障 防災

産業振興

フロンティアへの挑戦

宇宙空間にはスペースデブリ（宇宙ごみ）が増えつつあり、これが今後の宇宙空間の利用にとって大きな問題になっています。スペースデブリを除去するために、多くのアイデアが出されていますが、まだ、実用化の見通しは立っていないのが現実です。

JAXAでは以前からスペースデブリ問題に取り組んでいます。電気を通すひも（テザー）を用いてスペースデブリを除去する研究を行っている未踏技術研究センターの河本聡美・主任研究員に話を聞きました。

聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

河本聡美
KAWAMOTO Satomi
研究開発本部
未踏技術研究センター
スペースデブリユニット
主任研究員

簡単で、コストも安く、実現性が高い

——スペースデブリの除去に電気を通すテザー（ひも）を使う研究についてお話を伺いたいと思いますが、他の方法も検討されたのですか。

河本　スペースデブリを除去する方法は、化学燃料ロケットやイオンエンジンを使ったものなど、いくつも検討されています。しかし、技術的に可能だとしても、燃料がたくさん必要だったり、コストが非常に高くなってしまうなどの難点もあり、実現できていません。その点、導電性テザーを用いる方法は、一番簡単で、コストも安くすみ、実現性は高いのではないかと考えています。

——導電性テザーを使ったデブリ除去の方法を簡単にご説明ください。

河本　地球の周りを回るデブリに導電性テザーを結合させて展開すると、重力の関係によって鉛直方向に伸びて安定します。この鉛直方向に伸びたテザーは地球の磁場を横切るために、テザーには誘導起電力が発生します。そこで、テザーの端で電子を放出させると、テザーに電流が流れ、この電流と地磁気の関係で、テザーにブレーキをかける力が働きます。そのため、デブリは少しずつ高度を落としていくのです。

——燃料を使わないので、コストも安くなるわけですね。

河本　それ以外に、デブリのどこにテザーを取り付けてもいいという利点もあります。ロケット推進で落とす場合などは、デブリの重心を考えて取り付け場所を選ぶ必要がありますが、この方法は、そういったことを考える必要はありません。テザーを引っかけさえすればいいのです。

——とはいっても、デブリに接近し、テザーを引っかけることも、結構難しいのではないですか。

河本　確かに、まだ誰もやったことがない難しい作業です。けれどもJAXAには、1998年の「きく7号」の「おりひめ」「ひこぼし」によるランデブー・ドッキング実験の時代から技術の実績があり、宇宙ステーション補給機「こうのとり」（HTV）ではこの技術を生かして国際宇宙ステーションにランデブー・ドッキングを成功させています。また、相手をとらえて接近する際には、「はやぶさ」の画像処理や自律航法の技術なども使えるのではないかと思います。

——そういったいろいろな関連技術を生かせるというわけですね。

河本　そのとおりです。

年間5～10個除去すれば、スペースデブリは増えない

——導電性テザーというのは、実際にはどういうものですか。

河本　軽量で導電性の良いアルミニウムの線を用いています。宇宙空間で切れないように、アルミニウム線を網状に編んで一部をゆるませ、1本の線が切れても、テザー全体は切れないような工夫をしています。また、テザーには薄く固体潤滑剤を塗ってから巻きつけて打ち上げます。宇宙空間で固着して展開できなくなってしまうのを防ぐためです。

——テザーの長さはどのくらいになるのですか。

河本　私たちは今、HTV6号機を使って実験を行う計画を立てていますが、この実験で用いるテザーの長さは720mです。実際にデブリを落とすとなると、5kmとか10kmの長さが必要になります。

——HTVでの実験について、もう少し具体的に伺いたいのですが。

河本　HTVに巻いたテザーを搭載しておき、宇宙空間で展開させます。ちょうど引っ越しに使う荷物ひもが内側からパラパラほどけていく様子を想像していただければいいと思います。テザーがどのように伸展し、どういうふうに動くかを観測した後、どれだけの誘導起電力が発生したかを計測します。次に電子源を作動させて、電流がどのように流れるかを調べます。

——HTVでの実験の次は、どうしたいですか。

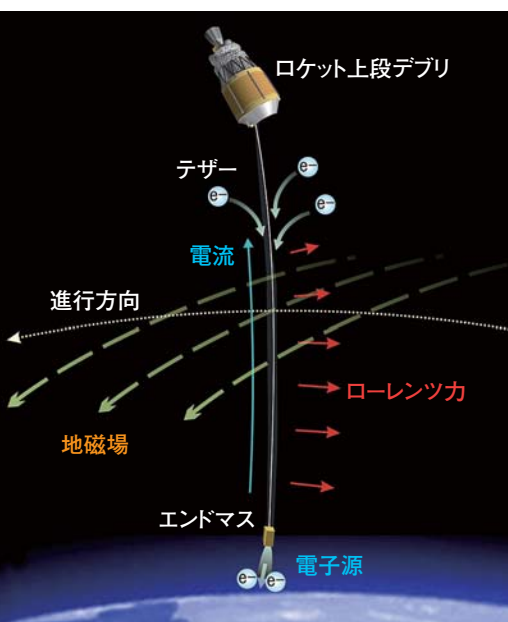
河本　これはあくまで研究者としての提案ですけれども、実際にデブリを1個除去する実証実験をしたいと思っています。おそらく数百kgくらいの小型衛星で十分できるのではないかと考えています。

——この方法が実用化された場合、どのようなデブリを除去の対象にするのですか。

河本　衛星を打ち上げたロケットの上段の除去からはじめたいと考えています。現在、スペースデブリの数はどんどん増えていますが、今あるデブリのうち大きなものを100個から150個、年間でいうと5個とか10個くらいを除去していけば、デブリの自己増殖を抑制できると考えられています。

——人工衛星を打ち上げるだけでなく、宇宙を掃除することでも国際貢献することがJAXAの役割ですね。

河本　そうです。実はこのスペースデブリ、あるいは宇宙環境問題という分野で、国際的な低減ガイドラインの制定に貢献する等、日本は非常によくやってきたという評価を得ています。引き続き、宇宙環境分野で世界に貢献したいと思います。また、将来はビジネスになる可能性もあるので、技術の確立と市場の創設と併せて進めていかなければいけないと思っています。

左：誘導起電力を利用して電流を流し、その電流と地磁場との干渉で発生するローレンツ力で高度を下げることができる
右：研究中のテザー。微小デブリと衝突しても切断されにくい網状構造になっている

スペースデブリとは？

スペースデブリは「宇宙ゴミ」ともいわれます。ロケットで人工衛星を打ち上げると、そのロケットの上段も人工衛星と一緒の軌道を回り始めます。こうしたロケットの上段や寿命が尽きて役割を終えた人工衛星がスペースデブリになります。厄介なことに、人工衛星やロケットは、残っていた燃料や電池が爆発したり、飛んでいるうちに部品が外れたり、ばらばらになったりします。そのため、時間がたつと、スペースデブリの数は増えていきます。

アメリカが発表した最新のデータによると、直径10cm以上のスペースデブリだけで約1万7000個あります。人工衛星から外れたボルトなどの部品で10cmより小さいスペースデブリの数となるとその何十倍、何百倍となり、数え切れません。高度が低いところを回っているスペースデブリは、時間がたてばいずれ大気圏に突入して燃えてしまいますが、それでもまだ軌道上には何万個ものスペースデブリが残っていて、それがどんどん増え続けているというのが現状です。

国際宇宙ステーションや地球観測衛星などが回っている高度1000kmくらいまでの軌道では、スペースデブリの数が多く、そのスピードは秒速7km以上、次に多い静止軌道でも秒速3km以上ですから、これにぶつかったら大変です。実際、人工衛星同士が衝突する事故も起きており、世界の宇宙機関は危機感を深めています。

私たちは人工衛星の「追跡」という仕事をしています。昔は人工衛星を追跡して、軌道を決定して、データ通信をするという仕事だけでした。しかし今では、スペースデブリを常時監視し、JAXAの人工衛星をスペースデブリから守るために多くの時間が使われています。

原田 力 HARADA Chikara
統合追跡ネットワーク技術部 部長

スペースデブリの数

デブリ合計数 / 爆破破片類 / 衛星 / 分離放出部品類 / ロケット上段機体

個：0〜17000（1000刻み）　年：1957〜2014

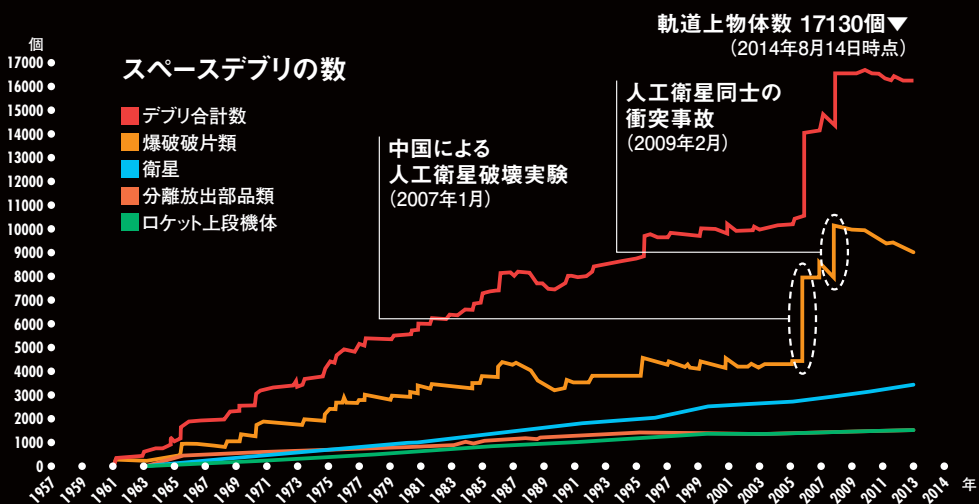
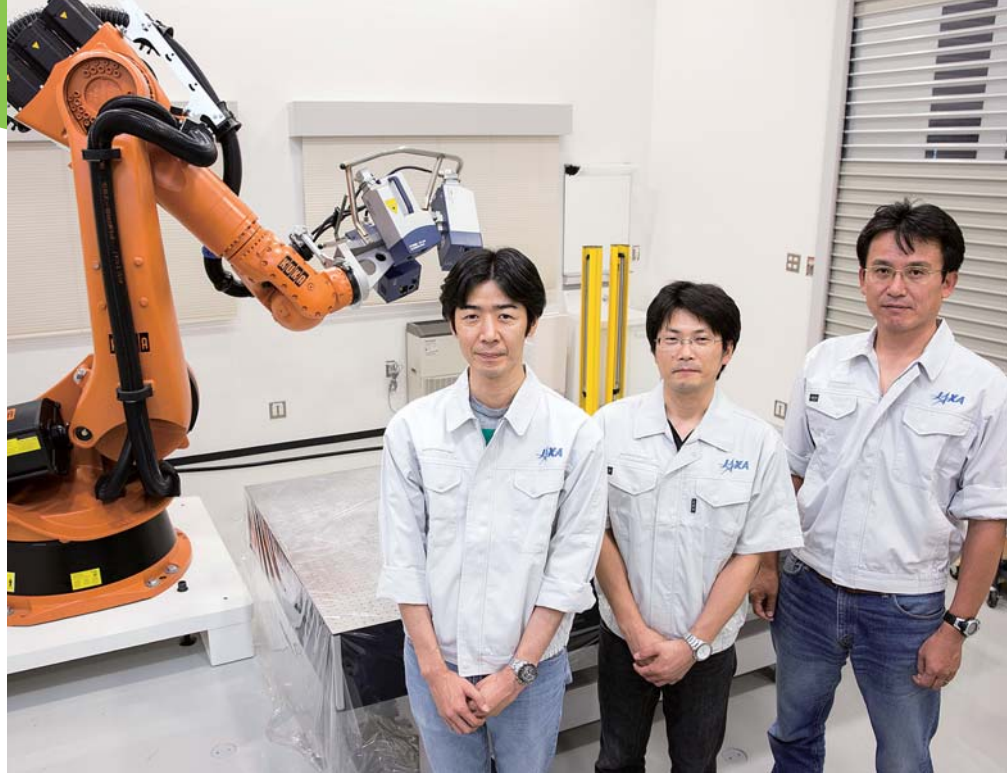
中国による人工衛星破壊実験（2007年1月）

人工衛星同士の衝突事故（2009年2月）

軌道上物体数 17130個▼（2014年8月14日時点）

このグラフは、地球周回軌道の10cm以上のスペースデブリの数をその合計と種類（由来）別に月ごとにプロットしたものです。　出典：U.S. Space Surveillance Network

航空機設計に不可欠な構造技術研究

「非常に難しいですが、やりがいはあります」

有薗 仁（左）
ARIZONO Hitoshi
航空本部
構造技術研究グループ
主任研究員

玉山雅人（中央）
TAMAYAMA Masato
航空本部
構造技術研究グループ
主任研究員

井川寛隆（右）
IGAWA Hirotaka
航空本部
構造技術研究グループ
主任研究員

後ろにあるのは、多軸振動非接触自動計測システム「MaVES」。供試体に加えた振動を、レーザー光を利用してセンサーを接触させずに高精度な三次元計測を行う、航空宇宙分野では世界唯一のシステム

航空機設計における構造技術は、人間でいえば骨格、建物でいえば骨組みや壁に相当するような、航空機の強度や剛性、振動、衝撃、熱などの特性を決定付ける必要不可欠かつ重要な基礎技術です。高性能で高効率、高機能な航空機が求められている近年は、構造技術も高機能化を求められています。航空本部が取り組んでいる構造技術の現状について、構造技術研究グループの皆さんにお話を伺いました。

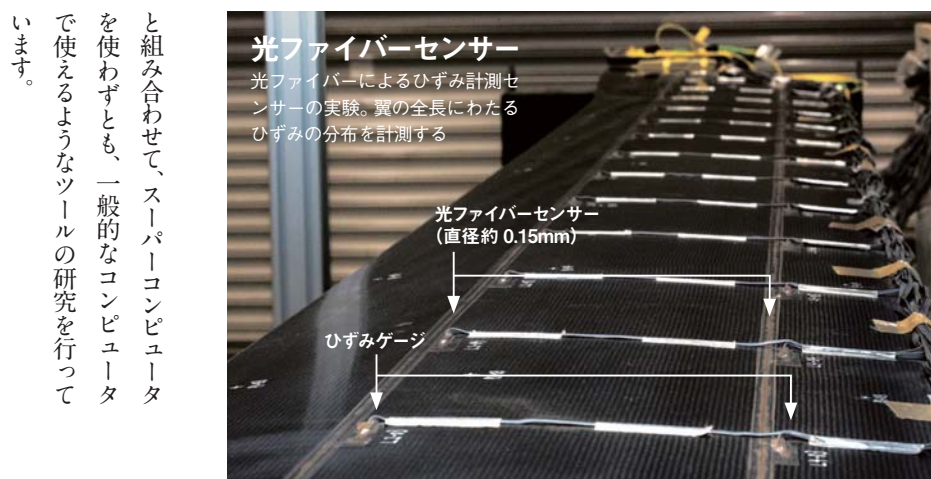
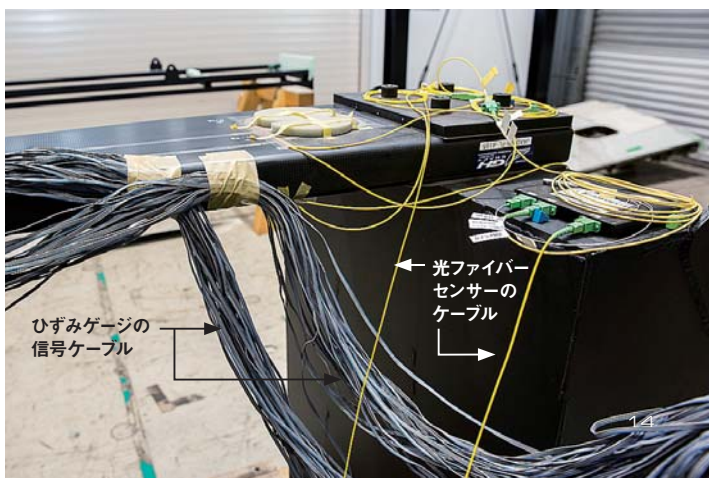
聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

より高機能で安全な航空機設計のための構造解析

——航空本部では、どのような構造技術の研究が行われているのでしょうか。

玉山　ひとくちに「構造技術」といっても、いろいろな研究領域がありますが、JAXAでは、まず構造解析とその実験的なアプローチに絞って研究しています。

構造解析とは、航空機にかかる力に対して、どんな材料をどんな形にすればよいかを測定したり計算したりすることです。航空機メーカーの設計部門では市販のツールを使って構造解析していますが、私たちは高度な航空機設計に求められるような精密な構造解析技術を開発することが、JAXAの果たすべき役割と考えています。

井川　構造解析では「有限要素法」※1という手法を用いて解析します。有限要素法は機体をブロックに分けてそれぞれ計算し統合していく手法ですが、分けるブロックを小さくしていくと、より精密な構造解析を行えるようになる代わりに当然計算量は多くなり時間がかかります。私たちのグループでは、それをマルチスケール解析手法※2などと組み合わせて、スーパーコンピュータを使わずとも、一般的なコンピュータで使えるようなツールの研究を行っています。

さまざまな分野の研究を融合して高度な航空機を設計する

——航空機の機能が高度化するほど解析も困難になっていくのですね。

有薗　例えば、航空機の翼は空気の圧力によって変形しますが、その量や変形の形、変形する場所は材料の特性に影響を受けます。さらに、変形した翼によって空気の流れや翼にかかる力も変わってきます。このような計算を繰り返し行うことで、空力と構造を連携させた解析ができます。つまり構造の正確な解析には、空気力学の影響を考慮する必要があるのです。このためこれまでJAXAで開発した流体力学用の高速解析ツール「FaSTAR」に構造の解析機能を組み込もうと取り組んでいます。

井川　複合材技術研究センターとも一緒に研究を進めていて、例えば金属材料だけではできない部分をCFRP※3など複合材の物性で補ったり、その逆だったりといった使い方を考えています。さらに将来的には、空力設計や計測技術、制御技術など全てを融合させて、〝構造の機能化〟を目指そうとしています。

——構造の機能化とはどのようなことでしょうか。

玉山　例えば航空機の燃費を向上させるために機体を軽量化すると、剛性（変形しにくさ）が低くなり、飛行中に機体形状が変わってしまうため、空力特性なども設計とは変わってきます。これまで航空機は地上と飛行中で形状が変形することをあらかじめ考慮して設計していましたが、航空機の形状を常に性能が良くなるようにうまく変形させる機能を持たせることができれば、航空機をより効率よく飛ばすことができるはずです。これが、〝構造の機能化〟です。この実現のためには構造解析だけでなく、空力や制御、変形のモニタリングなどの技術も全て含めて考えなければならないため、非常に難しいのですが、やりがいはあります。

井川　モーフィング翼といって、飛行速度や気圧など、周囲の状況に合わせて最適な形へと変形する機能を翼に持たせる技術の研究が、欧米で盛んに進められています。このような〝構造の機能化〟を実現するため、私たちの考えているアイデアの1つには、翼に埋め込んだセンサーで検出した変形量に応じて、翼の形を変えるという構想があります。そのために必要になるセンサーとして、光ファイバーを利用したセンサーも研究しています。

宇宙航空以外の分野での応用が期待できる計測技術

——光ファイバーセンサーとはどのようなものですか。

井川　現在、変形を検知するために利用しているセンサー（ひずみゲージ）は、センサーごとにケーブルが必要になりますが、光ファイバーセンサーはファイバーケーブル1本でひずみの分布を検知できます。配線の煩雑さが不要な上、光ファイバー自体が細く軽いというメリットもあります。パイプラインの監視や油田掘削などでは、すでに光ファイバーセンサーが利用されています。航空宇宙分野ではまだ実証段階には至っていませんが、将来は光ファイバーセンサーを使って機体の状態を監視する「ヘルスモニタリング」技術への応用を目指しています。

——ほかにはどのような研究テーマに取り組まれていますか。

井川　ロボットを使って三次元計測を行う「MaVES」という試験装置の開発も行いました。計測のためにセンサーを取り付けるだけで構造の状態は変化してしまいますから、より精密な計測を行うためにレーザーを使って接触せずに計測しようと考えたのです。

玉山　航空機ではありませんが、複合材を使ったロケット・ノズルの熱構造も研究しています。ノズルは非常に高温にさらされるため、運用中に材料が溶けていきます。そうした変化する状況の解析にも、先ほど述べたマルチスケール解析手法が活用できます。同じ熱解析の分野では、機体の温度が高くなる超音速旅客機の研究にも関わっています。

井川　ロケットを軽量化するために、燃料タンクをアルミから複合材へ変更するというアイデアもあります。複合材は金属と異なり、まだ特性が十分に解析されていません。そのため、2軸疲労試験設備という2方向に荷重をかけることができる装置を使って、実際に複合材タンクが受けるのと同じ応力状態を作って特性を調べるといった研究も行っています。

2軸疲労試験設備
複合材料などの構造材料に2軸荷重を加え、材料の疲労特性、強度特性等を測定する設備

非接触加振計測による振動固有モード
「MaVES」による計測結果の例。模型固有の振動の仕方をその振幅で表現した図。緑から青になるに従って振動振幅が大きい。接触せずに変形した状態を高精度で計測する技術の確立を目指す

光ファイバーセンサー
光ファイバーによるひずみ計測センサーの実験。翼の全長にわたるひずみの分布を計測する

ひずみゲージの信号ケーブル
ひずみゲージは計測点それぞれに対応した信号ケーブルが必要になるため、計測点が多くなるとケーブルの数も増えてしまう。一方、光ファイバーセンサーは、検知部分と信号を伝えるケーブルを1本にして、全体の計測が可能となる

産業振興
安全保障 防災
フロンティアへの挑戦

※1　有限要素法　大きな物体を小さい要素ブロックに分割し、要素ごとに計算して全体の近似値を求める方法。
※2　マルチスケール解析手法　小さい要素の解析結果から、スケールの異なる大きな物体の特性を計算する計算手法。1つの要素が持つ特性を平均化して推測するなど、いくつかの方法がある。
※3　CFRP　炭素繊維強化プラスチックのこと。樹脂の内部に炭素繊維を混ぜ込み成形することで、樹脂の強度を高くする。

いよいよ始まった
有償による超小型衛星の放出機会提供事業

「ISSからあなたの衛星を軌道へ送り出します」

衛星ビジネスの進展や教育目的での利用拡大が見込まれるいま、宇宙利用の抜本的な拡大に向けた取り組みが求められています。JAXAはこれまで、H-IIA相乗り及び国際宇宙ステーション「きぼう」からの放出による、超小型衛星の打ち上げ機会を提供する制度を運営してきました。さらにこの度、試行的に開始した「有償の仕組み」により、宇宙利用の敷居がさらに低くなると期待されます。その背景と今後の展開について、有人宇宙ミッション本部の小川志保・きぼう利用推進室室長に伺いました。

聞き手:山村紳一郎（サイエンスライター）

――今回の「有償の仕組み」（有償による超小型衛星の放出機会提供事業）とは、どのような内容なのでしょうか？

小川　民間で人工衛星を打ち上げる手段としてJAXAがこれまで提供してきたのは、H−IIAロケットに副衛星として搭載する「相乗り」と、国際宇宙ステーション（ISS）の「きぼう」に衛星を運んで軌道から放出する方法です。いずれも無償ですが、人材育成や教育が目的で、利用機会を提示して公募し、審査で選定させていただく方式です。これに対して「有償の仕組み」は、利用料を払っていただくことで、一定の基準を満たせば審査なしに、確実に衛星を打ち上げられる制度です。

――なぜこのような取り組みを進めることになったのですか？

小川　「無償」では営利目的の利用はできませんし、審査に必ず通る保証はありませんから、打ち上げ機会がなかなか確定せず、フレキシブルな利用がしにくいといえます。一方、特にベンチャー企業や大学から「もっと自由に利用したい」というご意見が寄せられ、利用目的を制約せず、また打ち上げ機会を早期に確定するような運営が可能になれば利用が拡大する可能性が見えてきました。そこで、宇宙の産業化も見据えて国内需要を顕在化させるねらいで、今回の実施に至りました。

――「きぼう」からの放出はH−IIAロケットによる「相乗り」に比べ、どのようなメリットがありますか？

小川　与圧船内の荷物として軌道に運ぶため、打ち上げ時の振動など厳しい条件が緩和されるのが第一でしょう。また、軌道上で宇宙飛行士によって衛星の作動確認などができるのも強みです。さらに、ISSへの補給物資輸送は頻繁に行われるので、国内での打ち上げにこだわらなければ打ち上げ機会が多くなる点も優れています。一方、H−IIA相乗りでは、主衛星の投入軌道に応じて、より相乗り衛星のミッションに適した軌道に投入できる可能性がありま す。

――使う側のニーズに、より対応しやすくなるということですね。反応はいかがですか？

小川　国内からは、コンスタントに応募が寄せられています。また海外からの引き合いもさかんで、すでにベトナムと東京大学の共同開発衛星や、ブラジルやメキシコの民間企業や自治体による利用計画が進んでいます。

――今後はどのような宇宙利用へと展開するのでしょうか？

小川　今回、「有償の仕組み」で宇宙利用の間口が広がり、これまでより身近なものになることで、「きぼう」の使い方がもっと広がることも期待されています。例えば、衛星として放出しなくてもロボットアームで機器を保持して地球や天体の観測、通信実験の他、機器実証を行うとか、新規材料の実証実験として宇宙空間の厳しい環境に曝したサンプルを地上に回収する……など、「きぼう」の船外のさまざまな利用がありま す。つまり、宇宙空間をどのように利用するかを、より多くの方々に考えていただける機会が増えていきます。利用者の方々のアイデアによってより有意義な新しい価値が生まれれば、宇宙産業の発展にもつながると期待しています。

小型衛星放出機構から放出された超小型衛星

上:東京大学、ベトナム国家衛星センター及びIHIエアロスペースの衛星「PicoDragon」
左:「きぼう」のエアロックに超小型衛星放出機構を取り付ける若田宇宙飛行士

小型衛星放出機構から放出された
「ArduSat-1」「ArduSat-2」「PicoDragon」の3機の超小型衛星

チキュウデオモウコト

地球で思ふ事

星出彰彦宇宙飛行士

第1回

NEEMO

NASA極限環境ミッション運用訓練

今号より、宇宙飛行士がどのような訓練や活動をしているかをご紹介するコーナーを担当させていただきます。今回は、私が参加したNEEMO訓練をご紹介します。

NEEMO訓練は、「NASA極限環境ミッション運用」訓練の略で、米国フロリダ州マイアミ近くの沖合、水深約15メートルの海底研究室「アクエリアス」に滞在して行われます。浮力のある海中、隔離された閉鎖空間などの特殊環境を活用して、将来の宇宙探査のためにさまざまな研究や技術検証などを行う場です。と同時に、そのような環境で何日間も集団で生活することは、実際の宇宙飛行に向けたチームワーク向上訓練にもなり、これまでも多くの日本人宇宙飛行士が参加しています。

7月に行ったNEEMO18訓練では、NASAのジャネット・エプスとマーク・ヴァンデハイ、ヨーロッパ宇宙機関のトマ・ペスケの3名の宇宙飛行士、そして設備の保守や潜水を支援してくれる技術支援要員と共に参加しました。宇宙飛行士の3名は油井、大西、金井飛行士と同じ2009年に採用された同期にあたります。宇宙飛行の経験こそありませんが、能力だけでなくお互いを助け合う意識も高く、コマンダー（船長）としてチームのとりまとめを務めた私も大変助かりました。

今回の訓練で行った研究の中には、将来、小惑星や火星に宇宙探査する際に必要な技術や知見の獲得を目的とするものもありました。小惑星で岩石を採掘する際に使用するドリルの設計に問題がないかを確認し、地球から非常に遠いために通信に遅延がある中で、コミュニケーションを取りながら火星の地表にあるサンプルを採取するために考えられた手法が成り立つか、などを確認しました。水中での試験ではありますが、NASAは既に将来の宇宙探査に向けて着々と歩みを進めていると感じました。

海底に長期間滞在するということは減圧症などのリスクも高くなるということですが、関係者のおかげで9日間のミッションを終え、クルー全員無事に、水上に上がることができました。滞在中は24時間一緒に作業をし、食事や自由時間に話をし、まさにスペースシャトルや国際宇宙ステーションの中での生活のようでした。このような機会を経て、技術の蓄積がなされ、飛行士の能力を向上させ、将来のミッションに備えるのです。

海底研究室「アクエリアス」内の星出宇宙飛行士

画像:NASA

水深15メートルの海底に設置されている海底研究室「アクエリアス」

NEEMO18について
http://iss.jaxa.jp/astro/hoshide/neemo18/

星出宇宙飛行士のTwitter
https://twitter.com/Aki_Hoshide/

画像:JAXA/NASA

MEEMO18訓練クルー（左から）トマ・ペスケ、ジャネット・エプス、マーク・ヴァンデハイ、星出宇宙飛行士

JAXA最前線

INFORMATION 1

「だいち2号」による広島市土砂災害の観測結果

陸域観測技術衛星「だいち2号」（ALOS-2）は、2014年8月20日未明の集中豪雨により発生した広島市の土砂災害の状況を継続的に観測しています。観測したデータは災害状況把握や復旧作業等に利用可能な情報として、内閣府（防災担当）や国土交通省等の防災機関に提供しています。
左図は、「だいち2号」に搭載されたレーダによって8月22日13時頃に観測した広島市安佐南区の観測画像と「だいち」（ALOS）が観測したデータから作成した三次元地形情報を重ねあわせたもので、土砂災害が発生している様子を捉えています。
今後、どのような斜度をもった斜面に災害が発生しているか等の解析を通じて防災にも役立てられます。

（下）「だいち2号」が観測した画像に、「だいち」が観測した三次元地形情報を重ねあわせて作成した鳥瞰図

INFORMATION 2

若田宇宙飛行士ミッション報告会開催と油井宇宙飛行士の訓練帰国

若田光一宇宙飛行士帰還後初となる、日本での帰国報告イベントが、8月22日に浅草公会堂で行われたミッション報告会をもって、いったん終了しました。同じ登壇者である佐々木則夫氏［サッカー女子日本代表（なでしこジャパン）監督］とディスカッションを行った若田宇宙飛行士は地上管制官から指示を受ける立場であったため、「船長は、監督というよりマネージャ兼実行部隊」と評し、「自分をさらけ出して良さも悪さも分かってもらうことで、ミッションクルーと信頼関係を築きあげた」とコメントしました。
若田宇宙飛行士は今後の帰国時にも報告会を予定しており、10月期の北海道を皮切りに開催します。
また同時期、次期（第44／45次）国際宇宙ステーション（ISS）長期滞在クルーである油井亀美也宇宙飛行士が、訓練のために帰国し、故郷の長野県を表敬しました。搭乗まで1年を切った自身の思いや、訓練の状況については「JAXA's+（ジャクサスプラス）」で紹介しています。ぜひご覧ください。

●JAXA's+（ジャクサスプラス）
http://fanfun.jaxa.jp/c/media/file/jaxas058yui.pdf

画像：JAXA/GCTC

ロシアで冬期サバイバル訓練を行う油井宇宙飛行士

INFORMATION 3

シャイン・ウィークス公式サイドイベント「女性が拓く宇宙航空の夢と未来」開催

男女共同参画の推進により、女性が社会においても活躍し、豊かな未来社会の創造に貢献していける環境の整備が求められています。JAXAでは、2013年10月から男女共同参画推進室を設置し、子育て・介護支援、ワーク・ライフ・バランス、研究力・マネジメント力の向上など、活発な活動を行っています。
2014年9月11日に「女性が拓く宇宙航空の夢と未来」と題したシンポジウムを開催しました。
山崎直子宇宙飛行士等をはじめ、宇宙航空業界で華々しい活躍を遂げている女性たちからは、男女共同参画の推進により、女性が社会においても活躍し、豊かな未来社会の創造に貢献していける環境の整備が求められている現状等の説明があり、会場と活発な意見交換がなされました。

INFORMATION 4

「だいち」の論文 Highest Impact Paper Award受賞

「だいち」の合成開口レーダ（PALSAR）で得られたデータの校正・検証結果を総括した論文が、2014年のIEEE（米国電気電子学会）地球科学・リモートセンシング学会において、非常に多く引用された論文に対して贈られるHighest Impact Paper Awardを受賞しました。
研究者やデータ利用者が衛星データ等を解析研究し、一般発表するには、使用したデータの確からしさを担保する情報（参照論文）が常に必要になります。本論文は、PALSARのデータを用いた研究の基礎になる情報を整理しており、多くの研究者が参照論文にあげたことが評価されたものです。この論文で得られた知見は、「だいち2号」のデータ配布に向けた校正・検証に役立てられています。

受賞した田殿武雄 主任研究員（左）と島田政信 上席研究員（右）

INFORMATION 5

宇宙の日作文・絵画コンテスト表彰式開催

より多くの方々に宇宙活動について関心を持ってもらうことを目的に、毎年、9月12日の「宇宙の日」を記念して「全国小・中学生作文絵画コンテスト」を開催しています。今年のテーマは「宇宙たんけん」。全国の科学館に寄せられた作品は作文・絵画合計で1万8631点。その中から作文の部小学生部門では竹島智輝さんによる「デスティニーアースの旅」、同中学生部門は津久井南帆さんの「振り子時計に耳を澄ませば」が宇宙航空研究開発機構理事長賞を受賞しました。2014年9月14日に筑波宇宙センターで開催された表彰式では、JAXAの加藤善一理事から受賞者に表彰状と副賞が贈られました。

「絵画の部」小学生部門で宇宙航空研究開発機構理事長賞を受賞した水鳥俊さんの作品（左）と、同賞・中学生部門の板倉淳晟さんの作品（右）

INFORMATION 6

宇宙日本食33品目追加認証へ

宇宙飛行士の栄養バランスの向上、精神的ストレスの軽減、パフォーマンスの向上に寄与することを目的とし、宇宙日本食のさらなる充実を図るため、新たな宇宙日本食の認証に向けた食品候補の募集を行いました。
応募された108品目の食品を審査した結果、21社33品目を選定しました。「サバ醤油味付け缶詰」「焼き芋」「切り餅」などの選定された食品候補については、今後、JAXAが定める宇宙日本食認証基準にのっとり、必要な各種試験・検査を実施し、宇宙日本食としての認証に向けた手続きに入る予定です。

●宇宙日本食の食品候補の選定結果
http://www.jaxa.jp/press/2014/09/20140905_sfood_j.html

発行責任者●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
広報部長　上垣内茂樹
編集制作●一般財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー
2014年10月1日発行

JAXA's 編集委員会
委員長　的川泰宣
副委員長　上垣内茂樹
委員　町田茂／山村一誠／寺門和夫
顧問　山根一眞

第21回アジア・太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF-21）日本で開催

アジア太平洋地域における宇宙利用の促進を目的としたアジア・太平洋地域宇宙機関会議（Asia-Pacific Regional Space Agency Forum, APRSAF）が、日本で開催されます。

APRSAFは、各国の宇宙機関や行政機関をはじめ、国連などの国際機関や民間企業、大学・研究所などさまざまな組織から、30を超える国と地域、多くの国際機関が参加するアジア太平洋地域で最大規模の宇宙関連会議です。

今回より、分科会（ワーキンググループ）の構成が、社会的・経済的成果の創出を目指すことを目的に、「宇宙利用分科会」「宇宙技術分科会」「宇宙環境利用分科会」「宇宙教育分科会」に変更されました。それぞれの分野における各国の宇宙活動や、将来計画に関する情報交換や災害や環境など、共通の問題解決に向けた国際協力プロジェクトを立ち上げ、具体的な協力活動を行っています。

開催日●2014年12月2日（火）～12月5日（金）

会場●
日本科学未来館
東京都江東区青海2-3-6
東京国際交流館（プラザ平成）
東京都江東区青海2-2-1　国際研究交流大学村内

テーマ●
Leap to the Next Stage:
Delivering Innovative Ideas and Solutions

共催機関●
文部科学省（MEXT）
独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）

http://www.aprsaf.org/jp/annual_meetings/aprsaf21/meeting_details.php/

いよいよ「はやぶさ2」の打ち上げが、間近に迫ってきました。

「はやぶさ2」では、前回の「はやぶさ」をさらにパワーアップさせて、いろいろな技術が盛り込まれています。ぜひ、皆さまもJAXAウェブサイトにある「はやぶさ2」CG動画もご覧ください。遠く離れた小惑星で「はやぶさ2」が行う離れ業のような動きを見ていただけます。このミッションは日本のロボット技術の見せどころといえるでしょう。

また、小惑星に生命の原材料となる有機物を探しにいくのは、世界で初めての挑戦となります。

今までの衛星や探査機の打ち上げでは通常、JAXAの広報だけで普及広報活動を行ってきましたが、今回は「はやぶさ2」応援キャンペーンを立ち上げて、いろいろな企業の方に公式サポーターになっていただき、広く「はやぶさ2」の意義をお伝えすることを考えております。サポーター企業と一緒に、皆さまにも「はやぶさ2」を応援していただければ幸いです。（広報部長 上垣内茂樹）

●内容についてのご意見・お問い合わせ先
JAXA広報部（proffice@jaxa.jp）
https://ssl.tksc.jaxa.jp/space/inquiries/index_j.html

「JAXA's」配送サービスをご利用ください。
ご自宅や職場など、ご指定の場所へ「JAXA's」を配送します。本サービスご利用には、配送に要する実費をご負担いただくことになります。詳しくは下記ウェブサイトをご覧ください。
http://www.jaxas.jp/
●お問い合わせ先
一般財団法人日本宇宙フォーラム
広報・調査事業部 「JAXA's」配送サービス窓口
TEL:03-6206-4902

JAXA Explore to Realize
宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency
広報部　〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6
御茶ノ水ソラシティ
TEL:03-5289-3650　FAX:03-3258-5051
JAXAウェブサイト http://www.jaxa.jp/
メールサービス http://fanfun.jaxa.jp/media/mail/
JAXA's配送サービス http://www.jaxas.jp/